



4^{to} Congreso Argentino de Ingeniería Aeronáutica



ANÁLISIS DE CONTAMINACIÓN ACÚSTICA EN AEROPUERTOS DEL SNA CON MÁS DE UNA PISTA OPERATIVA

D'Iorio Juan Ignacio^a, Coppa Matías^a, Sznajderman Lucas^a, Di Bernardi Alejandro^a

*^aUIDET GTA-GIAI, Dto. Aeronáutica, Facultad de Ingeniería, Universidad Nacional de La Plata
Calle 116 e/47 y 48-(1900), La Plata, Provincia de Buenos Aires, Argentina.*

Palabras claves: Contaminación, Ruido, Aeropuerto, CAEP

Resumen

Este trabajo tiene como objetivo presentar los resultados obtenidos del análisis de ruido derivado de las operaciones llevadas a cabo en los principales Aeropuertos del Sistema Nacional Aeroportuario que poseen más de una pista operativa (Aeropuertos de Córdoba Ezeiza, Salta y Bahía Blanca).

El estudio efectuado se encuentra encolumnado con los objetivos del Comité de Protección Ambiental Aeronáutica (CAEP) conformado por la Organización de aviación civil internacional (OACI), particularmente con los del Grupo de Trabajo 1 (WG1) que se centra en las cuestiones técnicas del ruido de las aeronaves. También se consideran las iniciativas propuestas por las principales entidades y autoridades aeronáuticas sobre el desarrollo de aeropuertos ecológicamente sustentables (denominados como “Green Airports”).

Los análisis fueron realizados mediante software específico (INM, AEDT 2c); para el estudio se plantean distintos escenarios operacionales teniendo en cuenta la distribución promedio real, crítica y distribuida por las cabeceras correspondientes. Luego se procede a su simulación; de esta manera se obtienen las curvas de ruido, permitiendo analizar el aporte dentro del predio aeroportuario y su entorno.

Posteriormente, se contrastan los resultados con las densidades poblacionales del entorno que circunda al aeropuerto para poder conocer la cantidad de personas afectadas en los distintos escenarios planteados.

1. INTRODUCCIÓN

La contaminación acústica derivada de la operación de aeronaves es una temática de particular interés, sobre todo en aquellos aeropuertos que se encuentran en entornos urbanos complejos. Si bien se han realizado esfuerzos sistemáticos por parte de la industria aeronáutica para reducir los valores de ruido generado, es de suma utilidad disponer de análisis de los entornos aeroportuarios para detectar zonas de afectación, proponer soluciones e implementarlas.

Existen diferentes formas de afrontar la problemática del ruido de las aeronaves: desde la fuente, mediante el manejo y la planificación de los usos del suelo, mediante procedimientos operacionales y restricciones operativas. Desde prácticamente los inicios de la actividad comercial, la Organización de Aviación Civil Internacional (OACI) ha tratado la reducción del ruido desde el punto de vista de las fuentes que lo generan. En ese sentido, las aeronaves que pretenden ser certificadas deben cumplir con los requisitos establecidos en el Anexo 16 – Protección del Medio Ambiente, Volumen I – Ruido de las Aeronaves [1], siempre que el Estado fabricante sea miembro. También existen requerimientos por parte de los organismos reguladores de la aviación civil de cada Estado. A través del tiempo, los niveles de ruido admitidos para la certificación han sido cada vez más restrictivos. OACI, a través del CAEP (Comitee on Aviation Environmental Protection), se encuentra en constante proceso de revisión de los requerimientos y métricas para la certificación de las nuevas aeronaves.

Si bien se reconoce a la contaminación sonora como uno de los efectos directos negativos más importantes sobre la población, la percepción de una comunidad, y por ende el total de la población afectada, depende de distintos factores: nivel de presión sonora del evento, duración del evento, frecuencia del evento, horario del día, reacción individual al evento, densidad de población, nivel de presión sonora de ambiente, condiciones meteorológicas, entre otros [2].

De otros estudios que analizan la población afectada en distintos escenarios temporales (1990, 2000 y 2010) en el Aeropuerto de Ezeiza se observa cómo a pesar del crecimiento de operaciones la eficiencia en los motores ha logrado la disminución del tamaño de las curvas (largo y ancho), lo que se traduce en una disminución de la población afectada. [3]

La falta de planificación aeroportuaria genera restricciones a su propio desarrollo por la limitación en su capacidad de expansión, necesaria para hacer frente al constante aumento de tránsito de pasajeros y/o carga. Asimismo, el aeropuerto también se transforma en un obstáculo para el avance de la ciudad.

2. HIPOTESIS Y METODOLOGÍA

El análisis de ruido se llevó a cabo mediante el uso de software específico: Aviation Environmental Design Tool AEDT Versión 2c, FAA. La metodología adoptada se resume en el siguiente cuadro lógico de proceso:

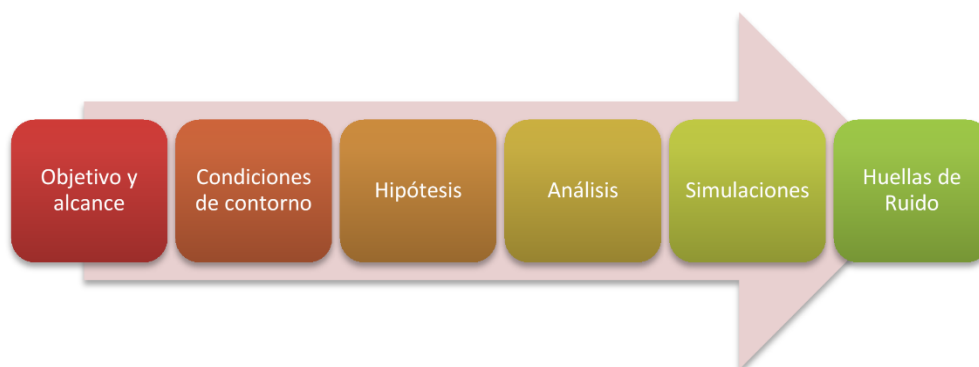


Figura 1. Proceso lógico de trabajo para determinar las huellas de ruido.

A continuación, se detalla el proceso para el cálculo de la población afectada, teniendo en cuenta los siguientes pasos lógicos:

1. Obtención de huellas de ruido:

La hipótesis principal para las simulaciones es el uso de la normativa FAR, Parte 150 (AC 150/5020-1) como referencia; de allí se desprende el uso del Nivel Día-Noche (DNL) para el cálculo de las huellas. Este método contempla un factor de corrección en horario nocturno (22 a 7) de 10 dB, debido a la molestia adicional ocasionada en la población en este período de tiempo. El resto de hipótesis de trabajo se desarrollan a continuación.

- Utilización de la métrica de ruido DNL.
- Temperatura de referencia: de acuerdo al AIP de cada aeropuerto bajo análisis
- Viento de proa de 8 nudos. Este valor es estándar para el cálculo de los coeficientes utilizados por el algoritmo del software.
- No se contemplaron las operaciones de aviación general o vuelos de tipo no regular.

La métrica mencionada fue desarrollada para obtener valores de medición de exposición al ruido de la población a largo plazo. Se realiza una integración del ruido acumulado durante todo el día, dividiendo el mismo en tres períodos: día (07:00 a 19:00), tarde (19:00 a 22:00) y noche (22:00 a 07:00), aplicando una corrección de 10 dB a aquellas operaciones realizadas en este último período, debido a que la población es más sensible en esa banda horaria por causa de la disminución del ruido ambiental.

2. Radios censales

Para la estimación de la población afectada se utilizaron los radios censales obtenidos del año 2010 (dato más reciente disponible al momento del desarrollo de este documento). Estos radios varían con cada censo en función del crecimiento de la población; por este motivo, dependiendo de la ciudad a la que pertenecen, se van modificando, o sea, no son de tamaño homogéneo, ya que el dato de importancia es la cantidad de viviendas que se encuentran dentro y no el área que comprenden los mismos. Al disponerse del crecimiento poblacional por partido del censo 2010, se realizó un ajuste de los radios censales, adoptando como hipótesis un crecimiento homogéneo en cada uno de ellos.

3. Radios censales y curvas de ruido

Se seleccionaron los radios censales afectados por las curvas de dispersión en el entorno aeroportuario.

4. Tipo de ejido según uso

Se clasificaron los radios censales en función de su uso: urbano, rural y mixto.

5. Concentración de la población

En los casos de radios censales mixtos, se identificaron los sectores con concentración de población para designar subsectores.

6. Cantidad de población afectada

Finalmente se obtienen los valores de población afectada para los diferentes niveles de emisiones acústicas.

2.1. Aeropuertos bajo análisis

El Sistema Nacional Aeroportuario está formado por 55 Aeropuertos, estos son los de mayor importancia dentro del país dada la magnitud de tráfico que manejan, el tipo de aeronaves de mayor porte que pueden operar en los mismos y, las instalaciones y servicios que prestan. Como se mencionó anteriormente en el presente estudio se busca caracterizar la población afectada situada en el entorno aeroportuario en los aeropuertos del SNA, con 2 pistas bajo distintas condiciones de operación. Se presenta a continuación los aeropuertos bajo estudio:



Figura 2. Izq: Aeropuerto Internacional de Ezeiza. Der: Aeropuerto Internacional de Córdoba



Figura 3. Izq: Aeropuerto Internacional de Salta. Der: Aeropuerto de Bahía Blanca

A continuación, se presenta una tabla comparativa sobre las características de los aeropuertos bajo estudio:

Aeropuerto	Código IATA/OACI	Pasajeros Año	Mov. de Carga (Tn.)	Operaciones Año
Aeropuerto de Bahía Blanca	IATA: BHI / OACI: SAZB	307.884	337	5.303
Aeropuerto Internacional de Ezeiza	IATA: EZE / OACI: SAEZ	9.127.908	183.954	66.834
Aeropuerto Internacional de Salta	IATA: SLA / OACI: SASA	856.484	1.348	11.780
Aeropuerto Internacional de Córdoba	IATA: COR / OACI: SACO	1.947.798	1.496	21.783

Tabla 1. Características de los Aeropuertos analizados. Escenario 2015 [4]

2.2. Mezcla de Tráfico

La flota utilizada para el análisis fue obtenida a partir de las Informes y Estadísticas del Organismo Regulador del Sistema Nacional Aeroportuario y de información propia de éste GTA. Cabe aclarar que no se tuvieron en cuenta aeronaves de aviación general para este trabajo. A continuación, se presenta en tablas las características de la Mezcla de Tráfico de cada aeropuerto.

Aeropuerto analizado	Arribos	Partidas
Aeropuerto de Ezeiza	100	101
Aeropuerto de Córdoba	35	29
Aeropuerto de Salta	18	20
Aeropuerto de Bahía Blanca	18	20

Tabla 2. Movimientos de aeronaves en el día promedio analizado.

Aplicando la metodología ADMP de la FAA (por sus siglas en Inglés *Average Day Pick Month*), a partir de los datos de cantidad de movimientos, se determinó un perfil diario para el día promedio de Arribos y de Partidas para cada aeropuerto bajo análisis, se presenta a continuación el perfil diario de partidas para el caso del Aeropuerto Internacional de Ezeiza:

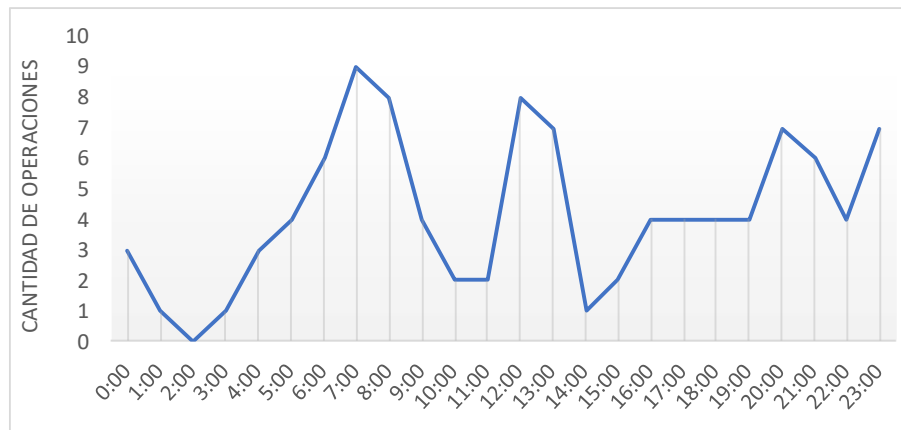


Figura 4. Perfil diario de Partidas en el Aeropuerto Internacional de Ezeiza. Día promedio

En la siguiente tabla se resumen los principales Fabricantes de aeronaves que operan en cada uno de los aeropuertos:

Aeropuerto analizado	Fabricante de aeronave			
	Airbus	Boeing	Embraer	Otros
Aeropuerto de Bahía Blanca	9	10	4	15
Aeropuerto de Córdoba	20	16	21	8
Aeropuerto de Ezeiza	64	105	20	12
Aeropuerto de Salta	9	10	4	15

Tabla 3. Cantidad de Operaciones por fabricante en el día promedio analizado.

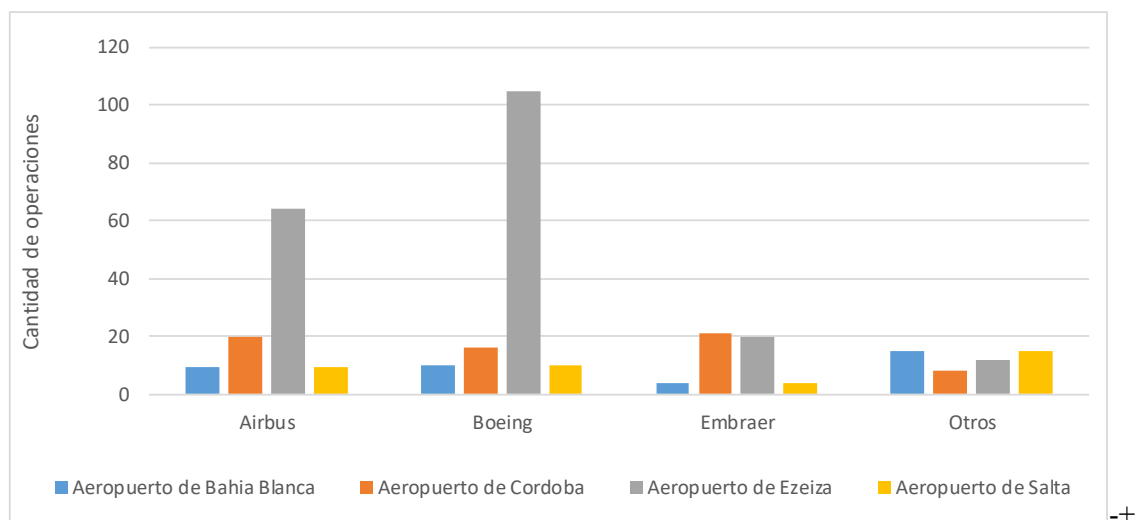


Figura 5. Cantidad de Aeronaves por fabricante en el día promedio analizado.

2.3. Escenarios operacionales

En el presente documento se simularon distintos escenarios operacionales los cuales tienen en cuenta los usos de cabecera actuales y restricciones de pista operativas debido a la flota adoptada. Se dividió el estudio en escenarios actuales y escenarios alternativos para cada uno de los aeropuertos analizados. Cabe mencionar que teniendo en cuenta las restricciones comentadas los escenarios propuestos solo contemplan un distinto uso de pista debido a las operaciones de arribos y despegues por sus respectivas cabeceras, es decir no se ha contemplado las posibilidades de reestructuración de espacio aéreo, distancias de taxeo, flexibilidad de la operación ni mayores tiempos y consumos de combustible asociados.

Se presenta a continuación los escenarios analizados por Aeropuertos:

- Aeropuerto Internacional de Ezeiza:
 - Situación Actual: 80% de Operaciones Pista 11 y 20 % en Pista 35
 - Escenario Operacional 1: 50% de Operaciones en Pista 29 y 50 % en Pista 35
- Aeropuerto Internacional de Salta:
 - Situación Actual: 75% de Operaciones en Pista 20 y 25 % en Pista 02
 - Escenario Operacional 2: 25% de Operaciones en Pista 20 y 75 % en Pista 02
- Aeropuerto Internacional de Córdoba:
 - Situación Actual: 80% de Operaciones en Pista 18 y 20 % en Pista 23
 - Escenario Operacional 3: 50% de Operaciones en Pista 36 y 50 % en Pista 23

Para el caso de Bahía Blanca, si bien posee 2 pistas operativas en la actualidad, debido a la mezcla de tráfico propuesta, sólo es posible la operación en una de ellas y el escenario analizado es el de 50% de Operaciones en Pista 16L y 50 % en Pista 34R

3. RESULTADOS

3.1. Huellas de ruido

Se presenta a continuación las huellas de ruido obtenidas para cada una de las condiciones operacionales por aeropuerto analizado:

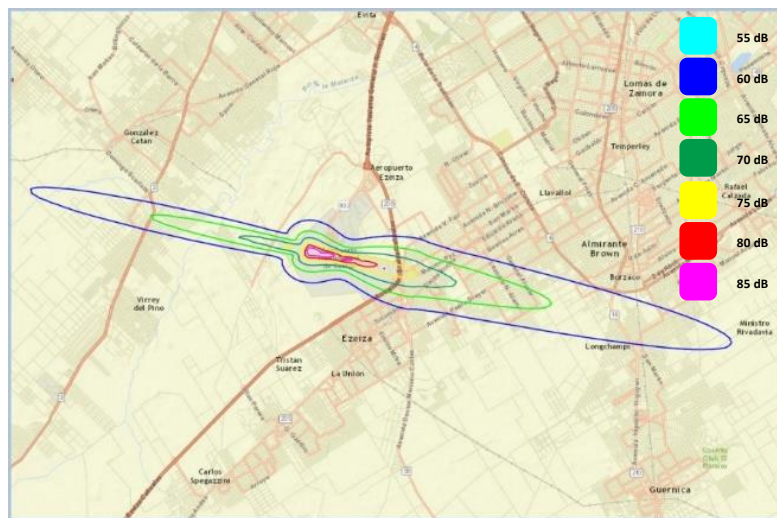


Figura 6. Huellas de emisiones acústicas para la situación actual del Aeropuerto de Ezeiza.

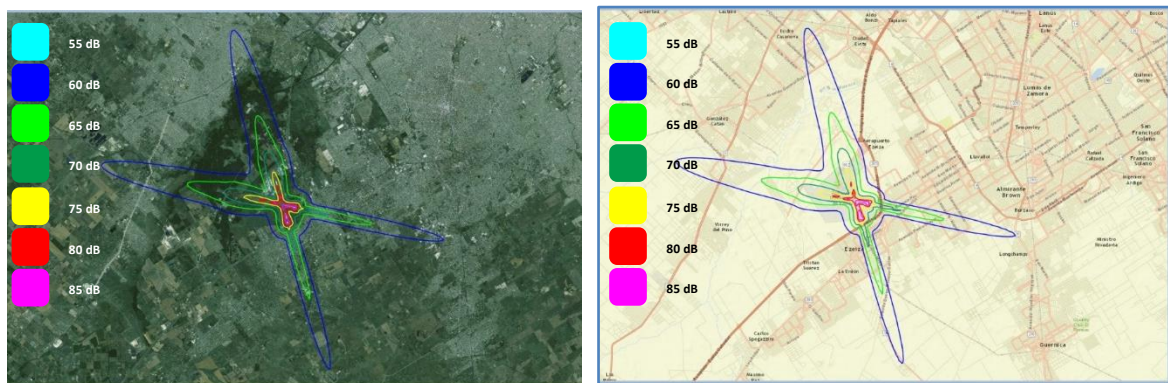


Figura 7. Huellas de emisiones acústicas para el Escenario Operacional 1 en el Aeropuerto de Ezeiza

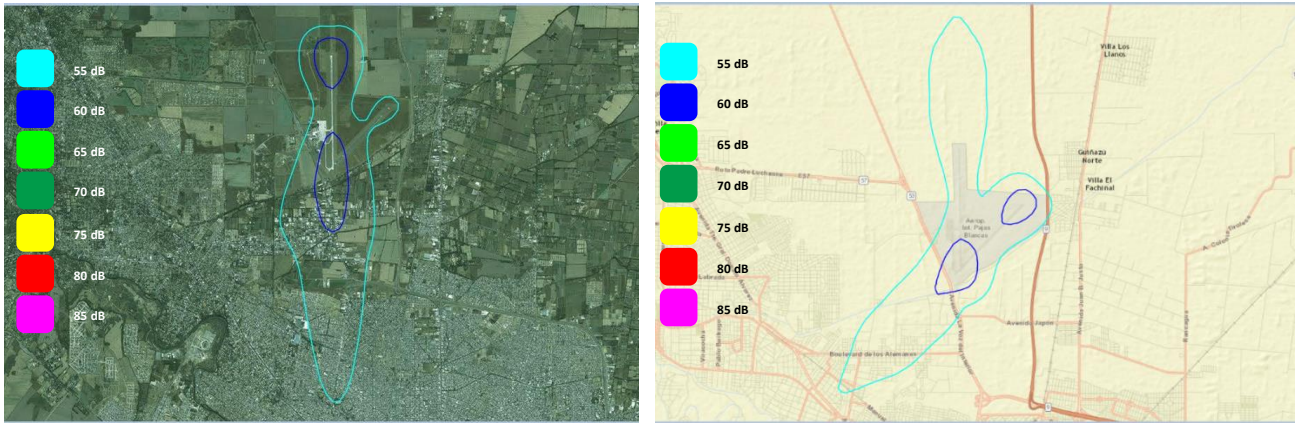


Figura 8. Huellas de emisiones acústicas en el Aeropuerto de Córdoba: Izq. Situación Actual. Der. Escenario Operacional 2

Se observa que para el caso de Córdoba las curvas de más de 65 dB quedan dentro del predio aeroportuario por lo que no se contempla para el análisis de población afectada.

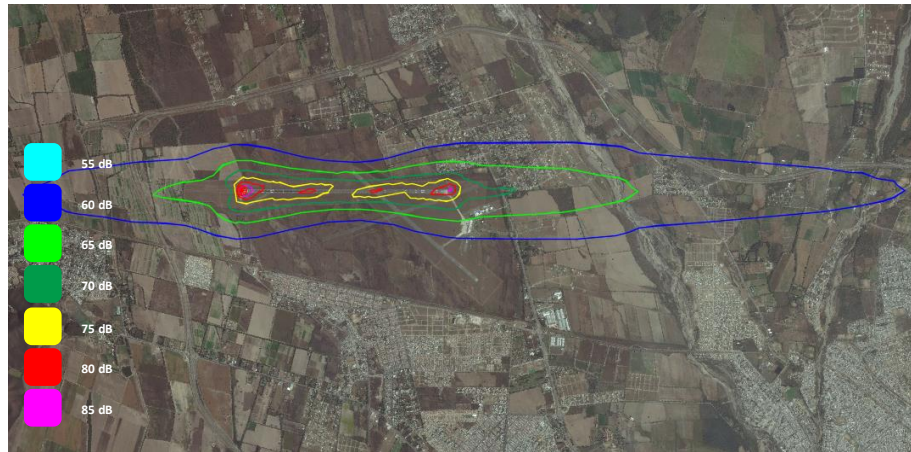


Figura 9. Huellas de emisiones acústicas para la situación actual del Aeropuerto de Salta

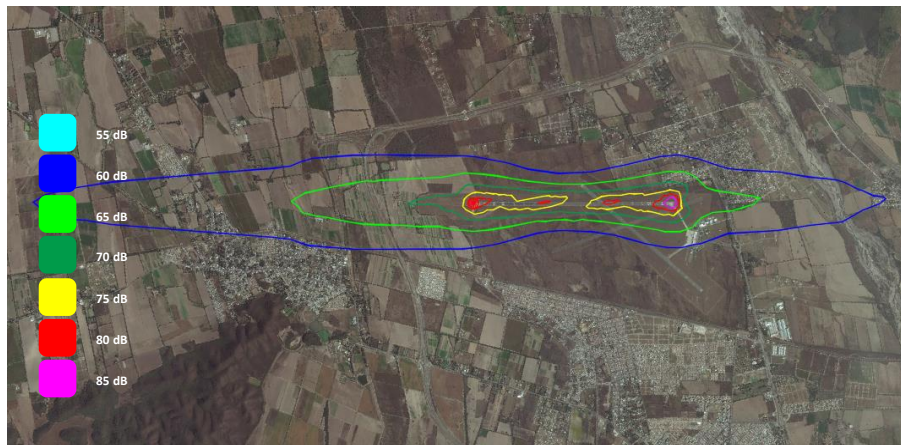


Figura 10. Huellas de emisiones acústicas para el Escenario Operacional 3 en el Aeropuerto de Ezeiza



Figura 11. Huellas de emisiones acústicas para la situación actual del Aeropuerto de Bahía Blanca

Como se puede observar, en el caso del Aeropuerto de Bahía Blanca dado que la pista 06/24 no se encuentra operativa para operaciones de cabotaje, las huellas de ruido obtenidas para la pista 16L/34R no presenta afectación alguna al entorno urbano. Sin embargo, es importante destacar el importante crecimiento en estos últimos 10 años de los barrios: Autódromo, Harding Green y 17 de Agosto; como se observa en la Figura XX si dicho crecimiento continúa en la dirección actual en un corto plazo la población allí residente se verá afectada por las emisiones acústicas del aeropuerto



Figura 12. Crecimiento del entorno aeroportuario en Bahía Blanca: Izq: Escenario 2006. Der: Escenario 2016

3.2. Población afectada

En la siguiente tabla se presentan los resultados obtenidos sobre personas afectadas por nivel de presión sonora en cada uno de los aeropuertos y los escenarios operacionales planteados

Aeropuerto analizado	Cantidad de personas alcanzadas por nivel de presión sonora			
	55 dB	60 dB	70 dB	75 dB
Salta: Situación actual	-	2.189	1.468	338
Salta: Escenario Operacional 3	-	1.301	377	0
Ezeiza: Situación actual	-	30.991	14.257	1.145
Ezeiza: Escenario Operacional 1	-	28.927	10.448	5.117
Córdoba: Situación actual	27.746	9.279	0	0
Córdoba: Escenario Operacional 2	19.297	4.871	0	0
Bahía Blanca: Situación actual	0	0	0	0

Tabla 4: Cantidad de personas afectadas por Aeropuerto y escenario analizado.

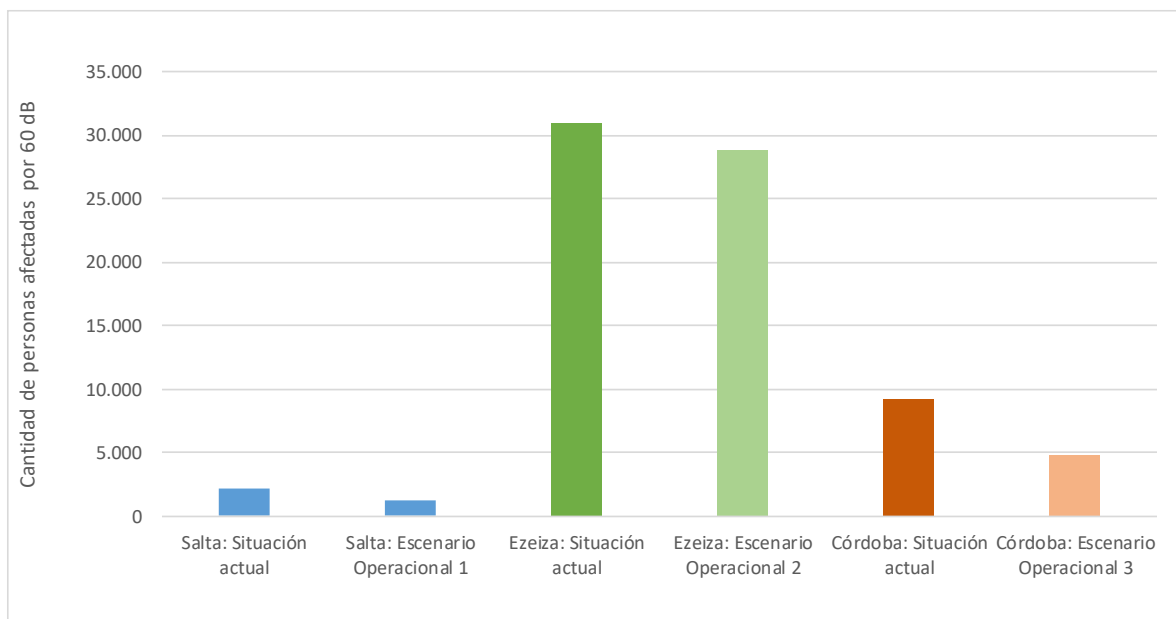


Figura 13. Cantidad de personas afectadas por 60 dB en los distintos aeropuertos analizados

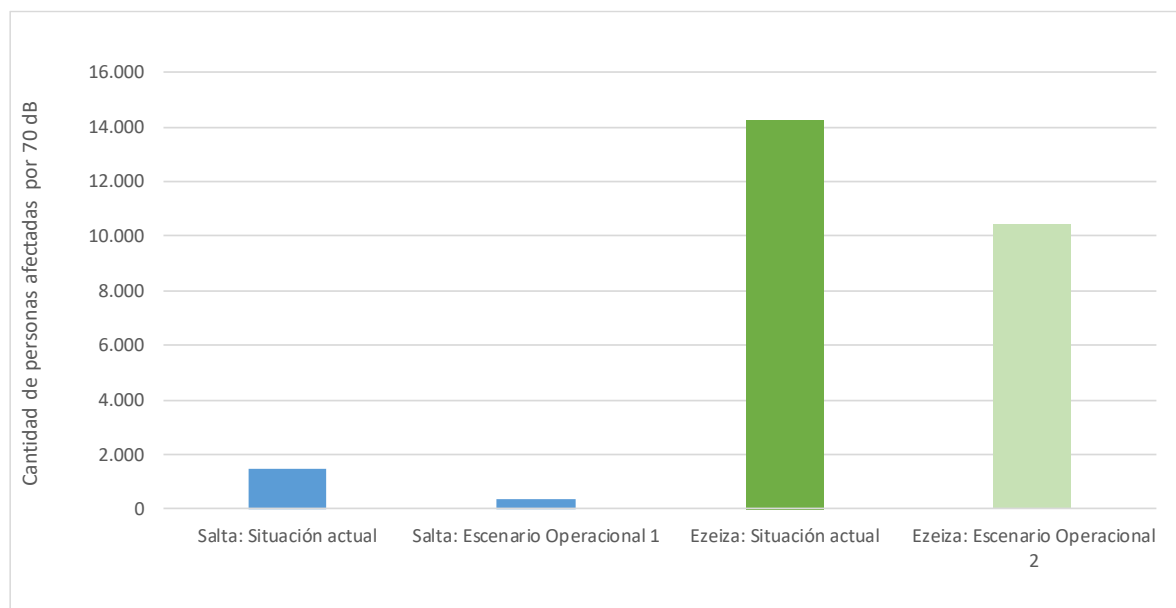


Figura 14. Cantidad de personas afectadas por 70 dB en los distintos aeropuertos analizados

4. CONCLUSIONES

Por otro lado, como se observa en las Figuras 13 y 14 de los escenarios propuestos se concluye que dependiendo el aeropuerto existe una relación de compromiso al operar en cabeceras alternativas. Para el caso del Aeropuerto de Ezeiza, es menor la cantidad de personas alcanzadas por las emisiones de 60 y 65 dB pero mayor las alcanzadas por 75 dB, el cual es el valor más alto de emisiones acústicas calculadas.

Para el caso del Aeropuerto de Córdoba se observa cómo con la operación propuestas es posible lograr hasta un 50% menos de cantidad de población afectada por las emisiones de 55 y 60 dB, y para el Aeropuerto de Salta hasta un 44% menos de cantidad de población afectada por las emisiones de 60 y 65 dB.

Los análisis como el que se llevó a cabo en este trabajo son de primordial importancia para la gestión y manejo de los usos del suelo, además de la cuantificación de los niveles sonoros para verificar la situación con respecto a los admitidos por la legislación pertinente.

Los resultados obtenidos mediante estudios similares deben ser contemplados e incluidos en las normativas correspondientes a los usos del suelo, en los códigos urbanos locales, junto con los análisis de contaminación gaseosa, para evitar el crecimiento sin control de las manchas urbanas y eventualmente su afectación por ambos tipos de contaminación. De todas formas, es indispensable tomar medidas tendientes a la reducción progresiva de las fuentes de ruido derivadas de la operación de aeronaves.

REFERENCIAS

- [1] International Civil Aviation Organization (ICAO), “Annex 16: Environmental Protection - Volume 1: Aircraft Noise,” 1975.
- [2] A. Mahashabde, P. Wolfe, A. Ashok, C. Dorian, Q. He, A. Fan, S. Lukachko, A. Mozdzanowska, C. Wollersheim, S. R. H. Barrett, M. Locke, and I. a. Waitz, “Assessing the environmental impacts of aircraft noise and emissions,” *Prog. Aerosp. Sci.*, vol. 47, no. 1, pp. 15–52, 2011.
- [3] J. I. D’Iorio, A. Di Bernardi, M. Coppa, J. P. Monteagudo, and N. Tomassini, “Evolución de la huella de ruido en el Aeropuerto Internacional de Ezeiza,” in *Tercer Congreso Argentino de Ingeniería Aeronáutica*, 2014.
- [4] ORSNA, “Movimiento operacional de los aeropuertos del Sistema Nacional,” *Inf. y Estadísticas*, pp. 5–6, 2016.